Lane Medical Library

Die moderne Methodik der Schlaftiefenmessung.

Eine experimentelle Prüfung.

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung der Doktorwürde
einer hohen medizinischen Fakultät
der Friedrich-Alexander's-Universität zu
Erlangen.

Vorgelegt von
Helmut Krauße
aus Rudolstadt in Thüringen.

Gedruckt mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät
der Universität Erlangen.

Dekan: Prof. Dr. Jamin, Geh. Rat.

Referent: Prof. Dr. Regelsberge

1935

Meinen lieben Eltern
in Dankbarkeit gewidmet!

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA40153708_0403

Trotz ausgedehnter wissenschaftlicher Untersuchungen, welche das Leben des Menschen am Tage betreffen, sind die Funktionen des Körpers während des Schlafes noch wenig erforscht. Es liegt in erster Linie daran, daß der Arzt, der den Nachtschlaf des Menschen beobachten will, seinen eigenen Schlaf opfern muß, was andererseits aber mit einer angestrengten, ärztlichen Tätigkeit am Tag nicht vereinbar ist.

Wir benötigen Methoden, welche selbsttätig gewisse, wichtige Abläufe während des Nachtschlafes festhalten und womöglich registrieren, so daß durch automatische Niederschrift der Arzt am anderen Morgen die wesentlichen Vorgänge während des Schlafes genau so dokumentarisch vorgelegt bekommt, wie er dies von den Tagesbeobachtungen her, etwa in der Gestalt der Fieberkurve eines Patienten gewöhnt ist.

Die physiologische Betrachtung des Schlafzustandes macht einen Unterschied zwischen dem sogenannten Hirnschlaf und dem Körperschlaf. Unter Hirnschlaf verstehen wir die Ausschaltung der Großhirnrinde, mithin den Bewußtseinsverlust im eigentlichen Sinne, unter Körperschlaf verstehen wir die im Schlafe vor sich gehende vegetative Umstellung sowohl der inneren Organe, als auch des sie versorgenden Nervensystems. Wir wissen ja aus reichlicher, klinischer Erfahrung, daß während der Nacht vor allem der Nervus Vagus in Tätigkeit tritt und besonders über eine Reihe glattmuskliger Organe seine Herrschaft ausübt; so setzt der Verdauungstraktus seine Arbeit fort, die Mehrzahl der Geburten fällt auf die Nachtzeit, aber auch ein großer Teil der asthmatischen Herzattacken, der epileptischen Anfälle, der Pollutionen liegen zur Nachtzeit. Doch muß man sich vor einer zu schematischen Betrachtung der Dinge hüten, da auch gewisse sympathische Reizerscheinungen, wie z. B. eine Steigerung der Schweißdrüsentätigkeit und ähnliches gerade in der Nachtzeit vorhanden sein können. Diese Dinge ordnen sich sicherlich einer größeren Gesetzmäßigkeit unter, die im Schlafe die Herrschaft übernimmt, nämlich der Umstellung auf die aufbauenden Prozesse des Körpers. Wir können also im allgemeinen sagen, daß der Schlaf die Erholungsphase des Körpers ist, welche den Energieverlust des Tages wieder ergänzt.

Es handelt sich nun um die Frage, ob wir über Untersuchungsmethoden verfügen, welche uns einerseits ein Urteil über den Hirnschlaf, andererseits über den Körperschlaf gestatten. Den Hirnschlaf bezw. die Tiefe des Bewußtseinsverlustes messen wir bereits in volkstümlicher Art durch die Stärke der Weckreize, welche wir anwenden müssen, um den Schlaf zu unterbrechen. Hier sind verschiedene Methoden ausgearbeitet worden, insbesondere von der früheren Kräpelin'schen Klinik. Die betreffenden Autoren[1] verwandten die Lautstärke aus verschiedener Höhe herabfallender Kugeln beim Aufschlag auf ein Metallblech als Maß des Weckreizes. Aber diese Art der Schlaftiefenmessung ist so umständlich und mit so vielen Fehlerquellen behaftet, daß sie wohl niemals eine ausgedehntere, praktische Anwendung erreicht hat. Da in jeder Nacht nur ein, höchstens zwei Kurvenpunkte bestimmt werden konnten, nahm die Feststellung einer Schlafkurve doch mindestens eine Reihe von Tagen in Anspruch. Dazu kommt, daß die Schlafkurve eines Patienten nicht jede Nacht denselben Verlauf zeigt, sondern abhängig ist von vorausgegangenen Gemütsbewegungen, körperlichen Anstrengungen und vielen anderen Einflüssen. Schon allein die Feststellung, ob der Patient durch die betreffenden Reize wach geworden sei, stößt auf Schwierigkeiten. Die einen nehmen als Symptom des Erwachens schon geringe Änderungen im Atmungstypus sowie Bewegungen im Schlaf an, wieder andere lassen als Erwachen erst gelten, wenn der Patient imstande ist, ein vorher verabredetes Klingelzeichen als Beweis seines Wachseins abgeben zu können.

Man sieht also, mit welchen Schwierigkeiten die damaligen Untersucher zu kämpfen hatten und man muß sich wundern, daß auf diese Weise erstmalig durch Michelson eine Kurve der Schlaftiefe aufgenommen wurde, die auch jetzt noch als Normalkurve im großen und ganzen gültig ist. Sie zeigt zwei Gipfel-, bezw. Tiefpunkte, wobei entsprechend der landläufigen Erfahrung der höhere Gipfel bereits vor Mitternacht liegt. Auch mancherlei Fragen aus der Pharmakologie der Schlafmittel wurden mit dieser Methode angegangen, doch war sie für eine großzügige Auswertung genauerer Versuchsreihen, sowie zu einer raschen und genauen Schlaftiefenbestimmung ungeeignet.

Insofern bedeutet es bereits einen Fortschritt, als von Nägele[3] ein Apparat angegeben wurde, welcher nach dem Prinzip des Seismographen die Unruhe des Schläfers bezw. die Erschütterung der Bettstelle auf ein Registrierwerk übertrug. Zur Erklärung der Apparatur kurz folgendes: Auf einem über eine rotierende Trommel lau-

fenden Registrierstreifen werden mittels eines Hebelsystems, welches von einem Bettpfosten ausgehend in dem Schreibhebel endigt, die Bewegungen der Versuchsperson aufgezeichnet; das Bett steht zwecks besserer Übertragung der Ausschläge auf Gummipfropfen. Die Nullinie wird ungefähr in die Mitte des Registrierstreifens eingestellt. Verschiebungen des Niveaus nach oben und unten zeigen an, daß der Schläfer jeweils auf der dem Apparat zugekehrten bezw. abgewandten Bettseite geschlafen hat, so daß größere Lageänderungen durch häufigen Wechsel in der Höhe der Ruhelinie angezeigt werden. Die Methode ist einfach und zunächst einleuchtend, und es gelang Nägele zum mindesten in großen Zügen nachzuweisen, daß dem oberflächlichen Schlaf eine unruhige und zackenreiche, dem Tiefschlaf eine entsprechend gleichmäßigere bezw. ruhigere Registrierkurve entspräche. Da bei dieser Methode der Schläfer überhaupt nicht selbsttätig in den Mechanismus des Registrierwerkes eingreift, er also unter völlig normalen Bedingungen gehalten werden kann, scheint diese Methode in der Tat das Ideal einer exakten Schlaftiefenbestimmung darzustellen. Vor allem Gerber[4] und nach ihm Karger[5] stellten Untersuchungen — letzterer nur an Kindern — mit dieser Methode an und prüften auch die Wirkungsweise einiger Schlaf- und Arzneimittel. Aber es gibt doch Menschen, die sehr gut zu schlafen pflegen, völlig leistungsfähig und erfrischt erwachen, und dann doch bemerken, daß sie ihr ganzes Bettzeug zerwühlt haben. Für diese Gruppe unruhiger Schläfer wäre diese Methode nicht geeignet, ebensowenig für diejenigen Menschen, welche sich auch während des Wachseins und beginnenden Einschlafens ganz ruhig verhalten und dadurch keinen Unterschied in Bezug auf Ruhe oder Unruhe der Zitterkurve gegenüber dem Tiefschlaf erkennen lassen.

Während somit die messende Untersuchung der Schlaftiefe, somit des Hirnschlafes schon über verschiedene Untersuchungsmethoden verfügt, liegen die Dinge für eine Untersuchung des Körperschlafes wesentlich schwieriger. Gewiß haben wir eine ganze Anzahl von Zeichen, welche uns den Eintritt oder sogar den Grad der vegetativen Umstellung des Körpers verraten. Wir erinnern hier zunächst an die im Schlaf eintretende und der Schlaftiefe geradezu parallel gehende Verengerung der Pupillen, ferner die mit der Schlaftiefe zunehmende Erschlaffung der Muskulatur und das Nachlassen der Reflexe. Aber keines dieser Zeichen läßt sich ohne Beeinträchtigung der Ruhe der Patienten mit genügender Sicherheit feststellen oder gar registrieren. Am besten ließe sich diese Forderung noch

erfüllen, wenn man die im Schlaf abfallende Frequenz der Atmung oder auch des Herzschlages nach bekannten physiologischen Methoden aufzeichnen läßt.

In der Tat ist gerade die Atmungsregulation im Schlaf ein Vorgang, welcher an die Erregungslage bestimmter Hirnzentren geknüpft ist und offenbar mit jener schon erwähnten grundsätzlichen Umstellung der Stoffwechselmechanik Hand in Hand geht. Es hat sich aber gezeigt, daß es ein noch zuverlässigeres Mittel gibt, die im Schlaf absinkende Erregungslage der hier verantwortlichen Hirnzentren fast unmittelbar nachzuweisen und messend zu verfolgen, das ist die Untersuchung der Alveolarluft auf die Konzentration ihres CO_2-Gehaltes. Wie H. Straub[6] als erster nachgewiesen hat, steigt der alveolare CO_2-Gehalt im Schlafe erheblich an, Bass und Herr[7] hatten dann weiterhin zeigen können, daß dieser Anstieg der Alveolarluft, fortlaufend gemessen, eine der Michelsonschen[2] Weckreizkurve analoge Doppelgipfelbildung erkennen läßt. Da die Atmungsregulation in weiten Maßen ein getreues Abbild der im Köperinneren vor sich gehenden Veränderungen ist, in erster Linie der inneren Atmung der Zelle und ihres Stoffwechsels, so läßt sich in der Tat sagen, daß diese alveolare Schlafkurve, wie wir sie kurz nennen wollen, ein bequemes und auch sicheres Mittel zur Registrierung des Körperschlafes abgibt. Rein technisch genommen ist diese Bestimmung der Schlafkurve die zuverlässigste und wohl auch die einfachste. Doch stellt sie an den untersuchenden Arzt, da dieser seinen Nachtschlaf opfern muß, unverhältnismäßig große, körperliche Ansprüche. Vollends würden Serienuntersuchungen mit Rücksicht auf die Gesundheit des Beobachters ganz undurchführbar sein. Eine wirklich klinische Verwertbarkeit dieser Art der Untersuchung des Körperschlafes ist aber ganz davon abhängig, wie weit es gelingt, die messende Tätigkeit des Arztes durch eine automatisch tätige, genau arbeitende Apparatur zu ersetzen.

Insofern bedeutet es einen Fortschritt für die klinische Untersuchung, daß es H. Regelsberger[8] gelungen ist, in Gestalt des von ihm konstruierten Schlafprüfers diese methodischen Schwierigkeiten zu beheben. Über die technischen Einzelheiten der Apparatur, die in der Originalarbeit nachgelesen werden müssen, möchten wir nur kurz folgendes in Erinnerung bringen. Der Apparat wiederholt im wesentlichen die einzelnen Abschnitte eines Arbeitsganges, wie ihn der manuell tätige Untersucher ausführt. Der Apparat saugt am Ende jedes Atemzuges 5 bis höchstens 10 ccm in eine Bürette ab, bis diese auf genau 100 ccm ihres Volumens mit dem

Gas gefüllt ist, schaltet sich dann selbsttätig um und drückt das Bürettengas, genau wie das bei der chemischen Analyse üblich ist, durch konzentrierte Kalilauge. Hier wird die Kohlensäure absorbiert. Der um die CO_2 verminderte Gasrest wird unter einer äquilibrierten Gasometertrommel aufgefangen und unter Ausschaltung jeglicher Reibung registriert. Auch die Ferngebung des CO_2-Wertes, ja sogar dessen Umrechnung auf Partialdruck der Atmosphäre, kann auf elektrischem Wege vorgenommen werden. So gelingt es mit Hilfe dieser Apparatur, einen Schlafzustand auf beliebige Entfernungen zu übertragen und etwa im Raum des Wachpersonals direkt sichtbar zu machen.

Der Patient selbst trägt bei dieser Untersuchung ein leichtes, nach ursprünglichen Angaben von W. Trendelenburg gearbeitetes Ventil in der Nase, doch ist es besser, die Alveolarluft durch einen dünnen, im unteren Nasengang getragenen Katheter, einer sogenannten Schlafsonde, zu entnehmen. Die Steuerung, bezw. Schaltung des Apparates geschieht dabei durch eine auf der Brust des Patienten befestigte Gummipelotte, welche die aufgenommenen Atembewegungen der Brustwand ihrerseits einem gleichfalls pneumatisch tätigen Kontaktrelais zuleitet.

Schon frühere Versuche Regelsbergers hatten die Eignung dieser Apparatur für längere Schlafversuche gezeigt, doch kam es in der vorliegenden Arbeit insbesondere auch darauf an, die Frage der Gleichläufigkeit zwischen Hirn- und Körperschlaf zu prüfen, was nach dem vorhergesagten darauf hinauslaufen mußte, einen Vergleich der mit dem Nägeleschen Bettseismographen mit der von unserer Apparatur geschriebenen Alveolar-Schlafkurve durchzuführen.

Zuerst einige Erklärungen zur Anordnung der Versuche.

Da die Zeitschreibung der beiden Apparate verschieden war, — die Trommel des Seismographen drehte sich fast doppelt so schnell wie die des CO_2-Apparates — mußte die Seismographenkurve zwecks genaueren Vergleichs auf dasselbe Zeitmaß gebracht werden. Es war also nicht möglich, beide Kurven gemeinsam auf die gleiche Trommel zu bringen. Es war eine Umrechnung beider Kurven nötig, die wir im Folgendem auf Millimeter-Raster vornahmen.

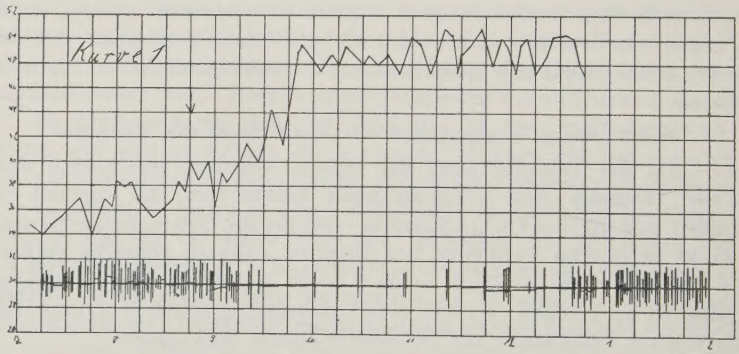
Die Kohlensäure wurde zwar in Prozentgehalt automatisch registriert, aber in üblicher Weise in Partialdruck der Atmosphäre umgerechnet, da eine Vorrichtung für die unmittelbare, elektrische Übertragung einstweilen nicht zur Verfügung stand.

Weiterhin ist zu bemerken, daß alle Patienten vor Anstellung einer Schlafbestimmung schon mehrmals an den Apparat angeschlossen wurden. Sie waren also mit der Anlegung des Brustgürtels und der Einlegung der Schlafsonde vertraut und empfanden diese Dinge nicht mehr als unangenehmen und die Schlafbestimmung womöglich störenden Reiz.

Da die Füllung der 100 ccm fassenden Bürette je nach der Frequenz der Atemzüge eine gewisse Zeit in Anspruch nimmt, wird jeder Punkt der alveolaren Schlafkurve mit einer Verzögerung von circa 15 Minuten aufgezeichnet. Beim Vergleich mit der Seismographenkurve würde sich also eine Differenz von ungefähr 10 – 15 Minuten zwischen zwei zusammengehörigen Kurvenpunkten zu Ungunsten des alveolaren Schlafprüfers ergeben, denn die Bewegung des Schläfers wird ja durch den Seismographen sofort aufgezeichnet. Dieser Zeitunterschied muß also bei Betrachtung der späteren Kurven berücksichtigt werden.

Kurve 1.

Es zeigt sich gute Übereinstimmung beider Kurven bezüglich der Wachwerte; lebhafte Zitterschwankungen des Seismographen entsprechen niedrigen Werten der Alveolarkurve. Um 8.45 Uhr Verabreichung von 30 Tropfen Somnifen mit einer Latenzzeit von ungefähr dreiviertel Stunden. Allmähliches Ansteigen der Kohlensäure.



8,45 Uhr 30 Tropfen Somnifen.

Etwas sprunghaftes Erreichen hoher Schlafwerte, die längere Zeit gleichbleiben; dann wird die Kurve etwas unruhiger bei Beibehaltung des hohen Schlafniveaus. Auch der Seismograph wiederholt

diese leichte Unruhe durch etwas frequentere Ausschläge. Die Unruhe ist kaum anders zu deuten als durch einen inneren (psychischen?) Reiz, vielleicht auch durch eine Traumvorstellung.

Nach anderweitigen Beobachtungen ist dieser Reiz häufig in der Blasenfüllung zu sehen. In der Tat ließ sich auch hier feststellen, daß kurze Zeit darauf Erwachen eintrat und die Patientin zur Bettschüssel griff.

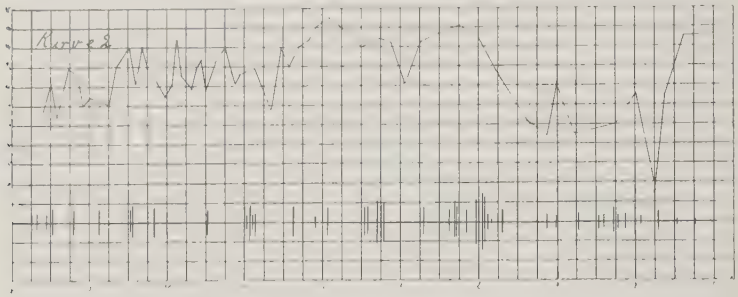
Die Alveolarkurve bricht aus äußeren Gründen hier ab, sonst wäre die übliche Abwärtsbewegung der Kurve eingetreten. Es scheint uns nicht unwichtig, zu bemerken, daß sich eine derartige, diuretische Nebenwirkung bei Somnifen öfters beobachten ließ.

Im ganzen bewegt sich die Schlafkurve nach erfolgtem Anstieg auf hohen CO_2-Werten entsprechend einen sicheren Tiefschlaf, wie dies aus der circa 12 mm Partialdruck betragenden Differenz gegenüber dem Wachwert deutlich zu ersehen ist. Aber die Zackenbildung läßt auch erkennen, daß anscheinend wieder eine gewisse Neigung zum Erwachen besteht, hervorgerufen durch Reize, die sich auch mechanisch übersetzen. Dies ist aus der Seismographenkurve ersichtlich. Das Somnifen scheint die Neigung zu haben, vielleicht durch seine diuretische Komponente indirekt die motorischen Zentren in Bewegung zu setzen, bis Erwachen erfolgt. Nach Beobachtungen Regelsbergers scheint es eine Sicherheitseinrichtung des Organismus zu sein, daß jeder Schlaf, der über ein gewisses Tiefenniveau hinausgeht, automatisch gehemmt (Steuerung des Schlafzentrums?) und wieder auf ein mittleres Schlafniveau einreguliert wird.

Kurve 2.

Ausgehend von einem Wachwert zwischen 38 und 39 zeigt die Alveolarkurve über 2 Stunden unruhigen und zackenreichen Verlauf mit Werten, die zwischen Wachen und Schlafen hin und her pendeln. Im allgemeinen läßt dieser unruhige Kurvenverlauf im Sinne verlangsamten Einschlafens auf eine gewisse, nervöse Belastung schließen. Auch in der zweiten Kurve derselben Versuchsperson, die anschließend besprochen werden soll, ergibt sich während des Einschlafen ein ähnliches, unruhiges Alveolarbild. Gegen 12 Uhr folgen Schlafwerte mit hoher Doppelgipfelbildung, wobei die Senke um 1 Uhr die Wachwerte nicht erreicht. Ab 2 Uhr allmähliches Absinken auf Wachniveau, das gegen 3 Uhr erreicht wird, dann aber neuerliches Ansteigen der Kohlensäure zu einem in den frühen Morgenstunden gelegenen Schlafgipfel. Die Seismographen-

kurve verhält sich im wesentlichen analog, wenn man, wie schon einleitend bemerkt wurde, die zeitliche Verschiebung beider Vorgänge berücksichtigt.



Kein Schlafmittel.

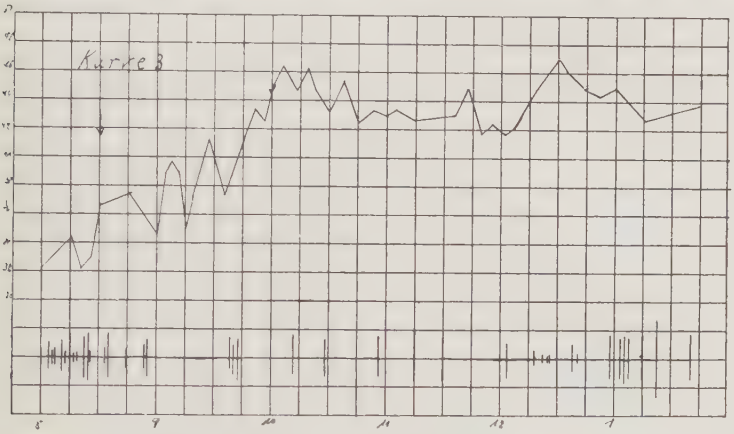
Auch hier wie im vorigen Bild Einleitung des Kurvenabstiegs durch mechanische Bewegung, d. h. also Reizung der motorischen Region. Sobald das Wachniveau erreicht ist, setzen stärkere Ausschläge ein. Nur die Wachzeit selbst geht mit spärlichen Zitterschwankungen einher, die in der Frequenz fast noch hinter denen der ersten unruhigen Schlafzeit von 9 — 11 Uhr zurückbleiben.

Also auch hier dieselbe Fehlermöglichkeit, wenn die Beurteilung des Schlafzustandes lediglich auf die Nägelesche Kurve gegründet würde.

Kurve 3.

Dieselbe Versuchsperson, jedoch werden um 8.30 Uhr 35 Tropfen Somnifen verabreicht; wir können auch hier wieder während des Einschlafens größere Schwankungen der Alveolarkurve feststellen. Allmähliches Ansteigen der Werte, dann fast sprunghaftes Erreichen von Schlafwerten, die über längere Zeit auf höherem Niveau verharren, ohne Ausbildung des normalerweise vorhandenen Doppelgipfels. Die Seismographenkurve gibt ungefähr dasselbe Bild, nur zwischen 1 und 1.30 Uhr ist leichte Unruhe festzustellen trotz Vorhandenseins hoher Schlafwerte. Eine Erklärung könnte man darin finden, daß die normalerweise um diese Zeit liegende Schlafverflachung zwischen 2 Doppelgipfeln durch Unruhe des Seismographen kenntlich gemacht, dagegen in der Alveolarkurve durch Wirkung des Somnifen verwischt wird. Der Vergleich mit der vorhergehenden Kurve läßt ja auch tatsächlich um diese Zeit ein Erwachen erkennen,

so daß also die Seismographenkurve gewissermaßen das Bild des Normalzustandes wiederholt. Die Schlafmittelwirkung wird durch den Verlauf der Alveolarkurve besser gekennzeichnet als durch den Seismographen, insbesondere auch, was die Latenzzeit und die un-



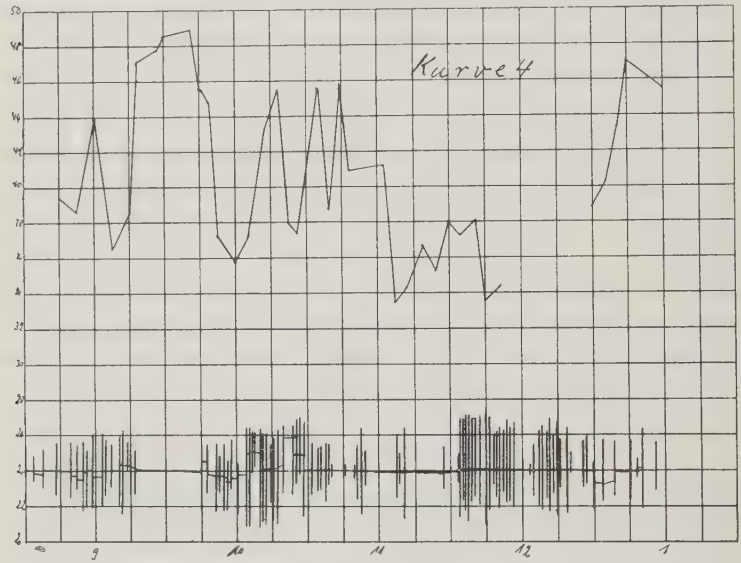
8,30 Uhr 35 Tropfen Somnifen.

gefähre Schätzung der Schlaftiefe angeht. Die Gipfelhöhen der Alveolarkurve gehen zwar auch nicht über den alten Schlafwert hinaus, erreichen diesen jedoch wesentlich früher und halten ihn über mehrere Stunden fest. Bemerkenswert und für die Bewertung des Mittels wichtig ist auch der gleichmäßigere Verlauf der Kurve im ganzen und die Abkürzung der als nervöse Einschlafhemmung zu bezeichnenden Schwankungsperiode im Anfang. Da es sich um eine organische Erkrankung, d. h. eine Lungentuberkulose handelte muß der günstige Ausfall dieser objektiven Schlafmittelprüfung um so höher bewertet werden.

Kurve 4.

Beide Kurven zeigen unruhigen und zackenreichen Verlauf; Patientin gab auf Befragen auch an, daß sie schlecht geschlafen habe und längere Zeit wach gewesen sei. Die Gipfelhöhe um 9.30 Uhr stimmt mit der Ruhe im Seismographen gut überein. Auch die tiefen Zacken des unruhigen und nervösen Schlafes zwischen 10 und 11 Uhr lassen sich im Seismographen in abwechselnd ruhigen und plötzlichen Ausschlägen wiederfinden. Dagegen die Wachzeit zwischen

11 und 11.30 steht in Widerspruch zu der hier vorhandenen motorischen Ruhe am Seismographen. Eine sichere Erklärung für dieses gegensätzliche Verhalten läßt sich schwer finden. Die Annahme, daß das Wachsein durch Schmerzen bedingt wird, und deswegen



Kein Schlafmittel,

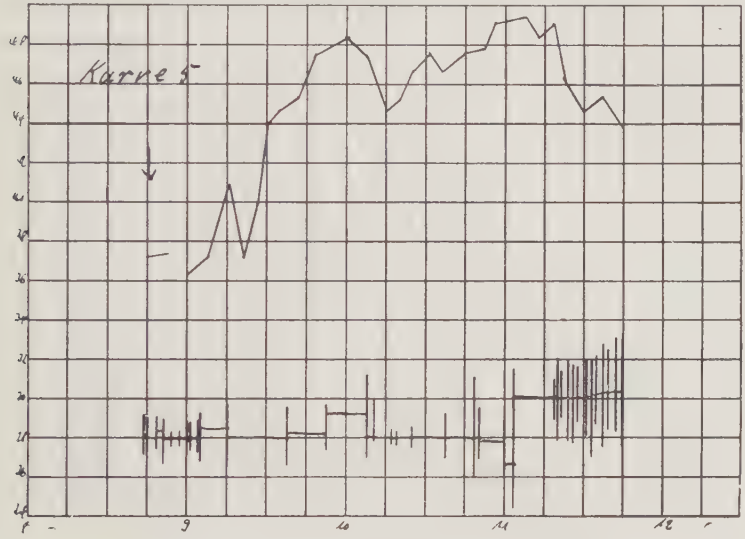
möglichste Ruhe eingehalten wird, wäre durchaus berechtigt. Die Versuchsperson lag wegen Ischias in der Klinik, zur Zeit des Versuches war sie noch nicht völlig beschwerdefrei. Bemerkenswert ist, daß die lebhafte Unruhe der Seismographenkurve mit der üblichen Schlafsenke um 12 Uhr zusammentrifft.

Zur Kritik wäre zu sagen, daß man bei einseitiger und alleiniger Verwertung des Seismographen hier zu Fehlschlüssen kommen würde. Man müßte auch zwischen 11 und 11,30 Uhr Schlaf annehmen, zu der Zeit, da gerade die niedrigsten Alveolarwerte vorhanden waren.

Kurve 5.

Um 8,45 Uhr werden 2 ccm Pernocton i. m. gegeben. Nach dreiviertel Stunden schnell einsetzende Wirkung, die etwas plötzlich zu hohen Schlafwerten und zu einem ruhigen Verlauf der Kurve

führt. Die Kurve wird bei Schlafabfall, gegen 12 Uhr aus technischen Gründen abgebrochen. In der Seismographenkurve finden wir eine der Gipfelhöhe entsprechende Ruhe; das Absinken der Alveolarwerte wird auf der Seismographenkurve von vermehrten Zitter-



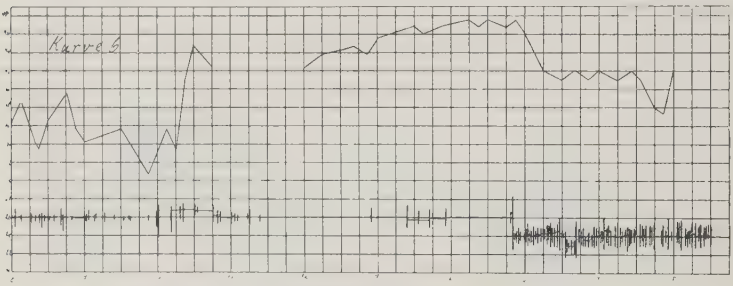
8,45 Uhr 2 ccm Pernocton.

schwankungen begleitet, die aber weit größer und zahlreicher sind als im Wachzustand. Das Niveau der Alveolarkurve ist aber um diese Zeit trotz des einsetzenden Schlafabfalls noch so hoch, daß man zum mindesten noch einen leichten Schlafzustand annehmen muß. Nach der Seismographenkurve allein würde man hier auf einen völligen Wachzustand schließen. Wie in den früheren Beispielen erwähnt, fällt also auch hier die motorische Unruhe zum mindesten in den Beginn der Schlafverflachung bzw. des Aufwachens. Es gilt dafür die bereits frühere besprochene Erklärung. Im übrigen entspricht die Schlafsenke um diese Zeit der normalen Rhythmik. Diese würde mithin im vorliegenden durch Pernocton nicht verwischt, wie dies bei anderen Hirnstammschlafmitteln die Regel ist. Es nähert sich in diesem Verhalten mehr den Rindenschlafmitteln, für welche nach den Untersuchungen von Wächter das Erhaltenbleiben des normalen Doppelgipfels charakteristisch ist. Es wäre weiter zu untersuchen, ob diese Eigenschaften des Pernoctons sich

allgemein bestätigen. Ist dies der Fall, so hätte sich das Präparat als ein ideales Schlafmittel auf Grund unserer experimentellen Untersuchungen erwiesen.

Kurve 6.

Nach Verabreichung von 0,2 Phanodorm um 10 Uhr nach einer Latenzzeit von ungefähr einhalb Stunde etwas brüskes Ansteigen auf niedrige Schlafwerte, die durch allmähliches, stetiges Ansteigen den Gipfelpunkt gegen 3 Uhr erreichen, dann Abfall auf niedrige Werte, die zwar nicht mehr Schlafwerte sind, aber die Annahme eines Somnolenzstadiums rechtfertigen lassen. Der Seismograph zeigt fast im Gegensatz zu den entsprechenden CO_2—Werten am Ende des Schlafes größere Unruhe an als im Beginn der Schlaf-



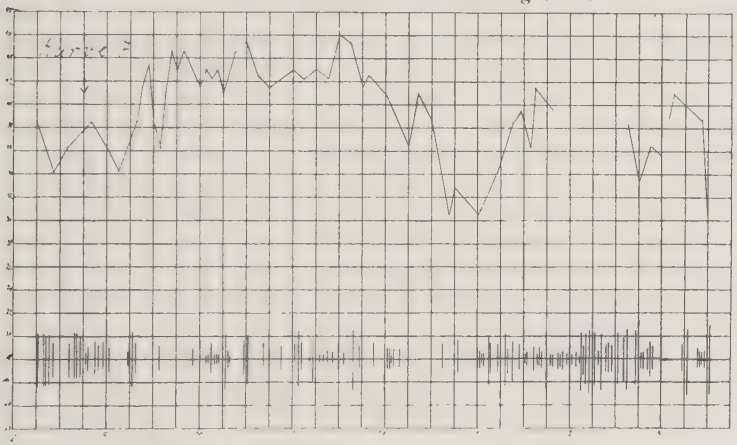
10 Uhr 0,2 Phanodorm.

bestimmung. Man könnte den umgekehrten Schluß ziehen, daß der Patient am Ende des Schlafes wach gewesen sei, und im Anfang teilweise geschlafen habe. Aber nach der Alveolarkurve besteht in der Zeit von 3 bis 4,30 Uhr zum mindesten ein Zustand der Somnolenz; sie gibt also wenigstens in diesem Teil des Schlafes bessere Auskunft als der Seismograph. Bemerkenswert wäre noch, daß der Alveolargasmesser den größten Gipfel um 3 Uhr anzeigt, während man nach der Seismographenkurve die größte Schlaftiefe um 12 Uhr annehmen müßte. Die vereinzelten Zacken zwischen 1 und 2 Uhr am Seismographen ließen sich so deuten, daß sie einer um diese Zeit normalerweise fälligen Schlafverflachung entsprächen, die in der Alveolarkurve wahrscheinlich infolge der Wirkung des Schlafmittels nicht ersichtlich ist, wie wir dies schon einmal in einer früheren Kurve gesehen haben.

Abgesehen von der Zeit zwischen 3 und 5 Uhr, wo die Alveolarkurve uns ein genaueres Bild des Schlafzustandes übermittelt, zeigen auch hier wieder beide Kurven ein gleichläufiges Verhalten.

Kurve 7.

Nach Verabreichung von 0,4 Phanodorm gegen 8,45 Uhr zeigt die Alveolarkurve wieder die bekannte Doppelgipfelbildung, wobei der zweite Gipfel etwas niedrigere Werte aufweist als der erstere. Das Phanodorm bewirkt hier Schlaf im Sinne der normalen Schlafrhythmik, d. h. im Sinne des Doppelgipfels. Wächter fand, daß Schlafmittel schwerer Art den Doppelgipfel verwischen und eine Continua aufweisen ohne Absteigen der Kurve um Mitternacht. Demnach würde sich ergeben, daß wir das Phanodorm zu den leichteren Schlafmitteln zu rechnen haben, daß zum mindesten seine Wirksamkeit individuell sehr verschiedenartig ausfällt.



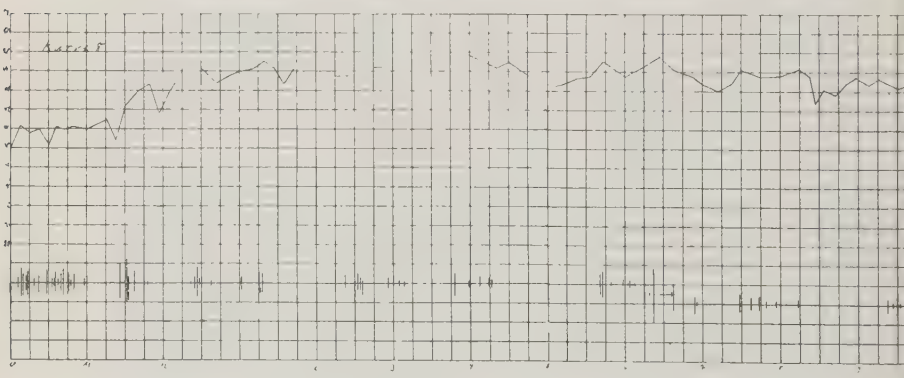
2 Phanodorm à 0,2.

Der Nägelesche Apparat zeigt fast ein gegensätzliches Verhalten; die stärksten Zitterschwankungen sind zur Zeit des zweiten Gipfels vorhanden und beinahe stärker als im Wachen ausgeprägt. Während des ersten Gipfels sind die Ausschläge etwas geringer. Zur Zeit der mitternächtlichen Verflachung zwischen beiden Gipfeln findet man eine fast ruhige Seismographenkurve, was also den Angaben Nägeles direkt widerspricht. Bei Betrachtung dieser Kurve allein ohne das Gegenbild der alveolaren Kurve könnte man also nichts Sicheres über den Schlaf des Patienten aussagen. Wodurch die Zitterschwankungen im zweiten Gipfel bedingt sind, ist fraglich. Man muß wohl innere, d. h. konstitutionelle Ursachen annehmen oder was wahrscheinlicher ist, Besonderheiten des Traumlebens zur Erklärung heranziehen.

Aus der Krankengeschichte dürfte interessieren, daß der Patient auf Grund einer leichteren Kriegsverletzung sich schon jahrelang außer Stande fühlte, auch nur leichtere Arbeiten auszuführen. Er ist sehr wenig beliebt bei seinen Zimmergenossen und macht überhaupt einen unehrlichen Eindruck. Über Schlafstörungen ist ihm nichts bekannt. Vielleicht gehört er zu der Gruppe von Menschen, die in der Nacht sich unruhig hin und her wälzen, aber dabei doch tief schlafen und am anderen Morgen frisch erwachen. Auf jeden Fall gehört er zum Typ neurasthenischer Schlafstörungen, welche nach Angaben Regelsbergers ein der Encephalitis ähnliches Bild, d. h. eine Dissociation der Schlafkomponenten zu bieten pflegen. Es kommt dabei zwar zu einer Umstellung der vegetativen Funktionen, also einem normalen Ablauf der Alveolarkurve, während der Hirnschlaf, wie auch hier deutlich nachweisbar ist, Zeichen einer gewissen, motorischen Reizung bietet. Es hängt sicherlich mit diesem pathologischen Ablauf der Schlaffunktion zusammen, daß das Schlafmittel im vorliegenden Fall nicht die von Wächter beschriebene Wirkung zeigte.

Kurve 8.

Es handelt sich um eine Epilepsie. Das Wachniveau liegt bei normalen Werten. Das Einschlafen erfolgt gegen 11,30 Uhr



Kein Schlafmittel.

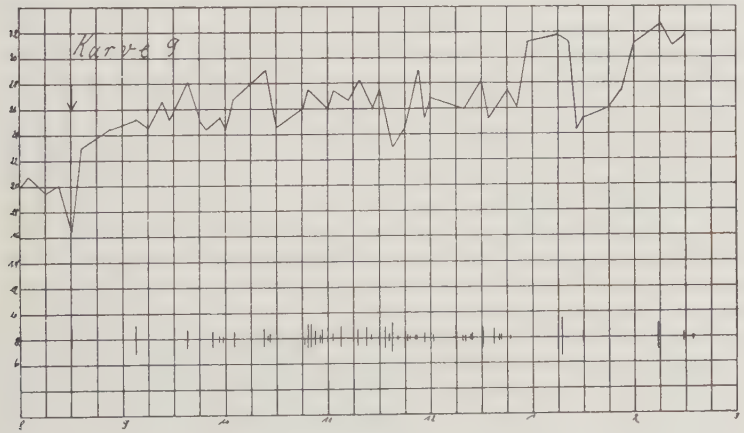
spontan zu mittlerer Höhe. Etwa um 2,30 Uhr dürfte ein kurzer, epileptischer Anfall stattgefunden haben, wie er bei dieser Patientin sehr häufig auch von der Nachtschwester beobachtet worden war. Es folgt nämlich ab 4 Uhr, deutlich verfolgbar, ein auffallend fester,

sowohl an der ruhigen und hohen Alveolarkurve als auch an der ruhigen Seismographenkurve kenntlicher Schlafzustand. Dieses normalerweise ganz ungewöhnliche Ereignis läßt nur die eine Erklärung zu, daß es sich um einen postepileptischen Schlafzustand gehandelt hat. Dies wird noch wahrscheinlicher dadurch, daß die Patientin sonst jeden Morgen mit pedantischer Genauigkeit punkt 5,30 Uhr aufstand, und nur nach ähnlichen, epileptischen Anfällen einen solchen anhaltenden Schlafzustand zeigte. Bemerkenswerterweise gab sie an, ein ähnliches Traumbild gehabt zu haben, wie es nächtlichen Anfällen vorauszugehen pflegte. Es bestand der Eindruck, daß es sich hier um eine im Schlaf auftretende Aura gehandelt hat. Wir stellen diese Beobachtung, welche unseres Wissens in der Literatur noch nicht verzeichnet wurde, ohne weitere Ausführungen zur wissenschaftlichen Diskussion.

Kurve 9.

Es handelt sich um eine klinisch angenommene encephalitische Schlafstörung.

Die Alveolarkurve zeigt die unregelmäßigen Zacken, ähnlich denen bei der nervösen Schlafstörung, vielleicht insofern davon unterschieden, als die ruckweise erfolgenden Einschlafgipfel geringere



25 Tropfen Somnifen.

Höhe haben und 8 mm Partialdruck gegenüber dem Wachwert nicht überschreiten. Nach Aussagen der Patientin war kein Schlaf eingetreten; es wird dies in der Tat objektiv bestätigt, da abgesehen

von dem niederen Alveolarniveau auch der Seismograph besonders zwischen 11 und 1 Uhr unruhige Zitterschwankungen verzeichnet. Bemerkenswert ist, daß diese Unruhe sogar größer ist als im Wachen, wo die Kurve, entsprechend der Lähmung der Patientin, fast völlige Ruhe zeigt. Wir werden nach den früheren Erfahrungen auch hier annehmen dürfen, das ein ähnlicher Reiz auf die motorische Region gewirkt und zum Erwachen geführt hatte, wie z. B. in den Fällen von Nr. 1 und Nr. 7 beschrieben wurde. Es ist möglich, daß es sich hier um einen Anfall von Parkinsonzittern gehandelt hat, obwohl man dann eigentlich eine gleichmäßigere Kurve der motorischen Schwankungen erwarten müßte. Wir haben jedenfalls in anderen (vergleiche Nr. 10) Fällen gerade das nächtliche Auftreten von Zitteranfällen beobachten können, die anscheinend synchron mit der vegetativen Umstellung aufzutreten pflegen. Es ist im übrigen noch nicht völlig geklärt, wie weit bei Erkrankungen der Stammganglien, die ja zunächst eine Störung für das Spiel der Antagonisten und der unwillkürlich ablaufenden Gruppenbewegungen der Skelettmuskulatur bedeuten, auch Reize auf die motorische Hirnrinde beteiligt sind.

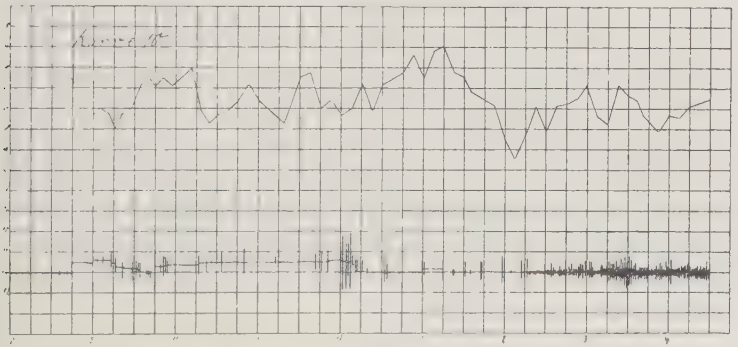
Eine eigentliche Dissoziation zwischen Hirn und Körperschlaf besteht im vorliegenden Beispiel nicht, da in der Tat die niedrige Alveolarkurve mit relativ motorischer Unruhe des Seismographen zusammenfällt, also der Störung des Körperschlafes auch eine des Hirnschlafes zu entsprechen scheint. Es ist mehr das Bild der Einschlafhemmung, das mit der Schlafstörung des Neurasthenikers Ähnlichkeit hat. Es erfolgt denn auch ab 1 bezw. 2 Uhr ein deutlicher Schlafzustand, welcher sich sowohl in den beiden Gipfeln der alveolaren Kurve als auch in der nun eingetretenen Ruhe des Seismographen ausprägt.

Die Rhythmik des normalen Schlafes ist insofern verändert, als die sonst gegen 12 bis 1 Uhr zu beobachtende Senkung zwischen zwei Gipfeln ausbleibt. Daß diese durch das nach 8,30 Uhr verabreichte Somnifen überbrückt wurde, ist nach unseren früheren Beobachtungen an normalen Schläfern kaum anzunehmen, umso mehr, als der allenfalls durch dieses Mittel erzeugte Schlaf doch nur sehr leicht war und nach Auskunft der nur wenig über Tagesniveau liegenden Gipfel höchstens als Schläfrigkeit angesprochen werden kann. Auch hier geht Hirn-und Körperschlaf ab 1 Uhr einigermaßen parallel, insofern als die höheren Alveolarwerte auch von größerer Ruhe des Seismographen und die Neigung zum Erwachen durch entsprechende Einsenkungen und kurze Zitterstöße begleitet werden.

Zur Kritik des Seismographen wäre hier zu sagen, daß ohne die Mitschreibung einer alveolaren Kurve die erste motorische Ruhe, etwa zwischen 9 und 11 Uhr gelegen, fälschlicherweise als tiefer Schlaf gedeutet worden wäre, und die relative Unruhe zwischen 11 und 1 Uhr als Wachzustand. Die erste Deutung wäre ein grober Fehler und die zweite zum mindesten insofern falsch, als immerhin nach dem leicht erhöhten Durchschnittsniveau der Alveolarkurve ein Zustand von „Dösigkeit" bzw. Schläfrigkeit geherrscht haben muß.

Kurve 10.

Die Kurvenlage zeigt leichte Acidose; das Wachniveau liegt etwa um 4 %, entsprechend 29 mm Partialdruck, statt normal etwa 5 %, bzw. 37 mm Partialdruck. Da schon bei der ersten Schlaftiefenbestimmung der Patientin eine Acidose bestand, jetzt aber nach knapp 4 Wochen das Wachniveau der Kurve deutlich höher gerückt ist, ist dies wohl als Arzneieffekt aufzufassen. Die Patientin hatte in den letzten Wochen höhere Dosen Atropin bekommen.



8,45 Uhr 30 Tropfen Somnifen.

Man darf hier bereits den ersten Anstieg der Alveolarkurve gegen 10 Uhr als sicheren Schlaf annehmen; denn abgesehen von den Aussagen der Patientin, daß sie hier geschlafen habe, zeichnet auch objektiv der Seismograph deutliche Ruhelage auf. Die Alveolarkurve ist noch nicht besonders hoch, zeigt aber in sich wenigstens im 10 Uhr-Gipfel deutlich ruhigen Verlauf. Eine gewisse Erschütterung ist gegen 12 Uhr am Seismographen zu bemerken, wenn auch nicht so sehr ausgeprägt wie bei der ersten Kurve der Patientin. Es dürfte auch hier, lediglich in der motorischen Unruhe kenntlich,

die übliche Nachtsenke zur Geltung kommen. Der Hauptgipfel gegen 1 Uhr zeigt eine auffallende Gleichmäßigkeit, die sogar noch bei den nun folgenden Abstieg, der dem Erwachen vorausgeht, erhalten bleibt. Nach Regelsberger ist neben der Höhe des Ausschlages gerade dieses Ruhigerwerden der Kurve als Schlafkriterium mit zu verwerten. Wir gehen wohl nicht fehl, wenn wir auch diesen Hauptgipfel, der sich gegenüber dem ersten kurzen Gipfel gegen 10 Uhr deutlich abhebt, als einen therapeutischen Effekt des Arzneimittels ansprechen. Der verspätete, nächtliche Abstieg hängt auch hier mit Harndrang zusammen.

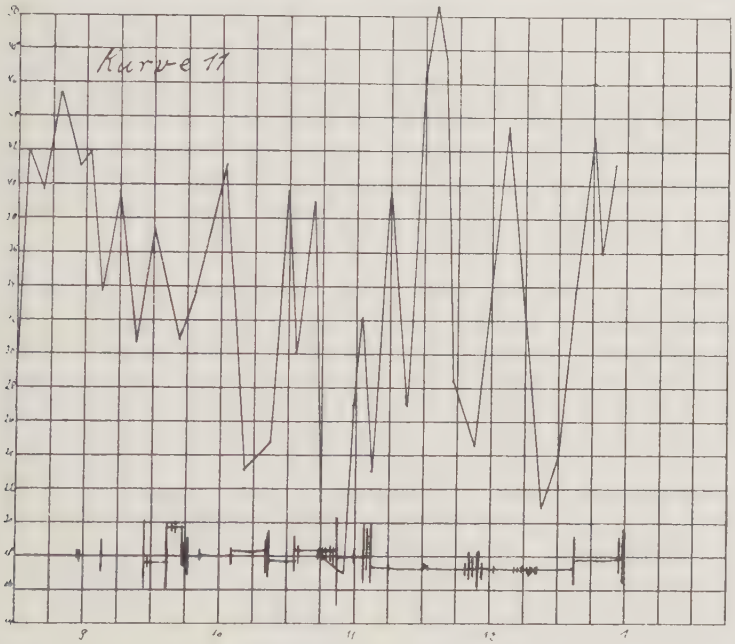
Es folgt eine längere Wachzeit zwischen 2 und 5 Uhr, die durch mäßige Unregelmäßigkeit der Alveolarkurve etwa auf der Höhe des Wachniveaus gekennzeichnet ist. In dieser Zeit treten gehäufte Zitterschwankungen auf, die weit über die Frequenz der normalen Nachtzeit hinausgehen. Nach Kontrolle des Arztes hat es sich hier um einen Anfall von encephalitischem Agitieren gehandelt.

Zur Kritik muß gesagt werden, daß aus der Nägeleschen Kurve allein das Schlafbild schlecht zu rekonstruieren wäre. Die relative mechanische Ruhe zwischen 10 und 12 Uhr entspricht sicherlich einem nur oberflächlichen Schlaf, wenn nicht sogar einem zeitweisen Wachzustand. Die gehäuften, plötzlichen Zitterschwankungen um 12 Uhr wurden bereits besprochen. Eine sichere Dissoziation der Schlafkomponenten im Sinne Economos, wie sie auch von Regelsberger auf Grund der alveolaren Schlafkurve beschrieben wurde, ist also ebensowenig vorhanden, wie bei der vorhergehenden Schlafuntersuchung der Patientin. Man kann also nicht sagen, daß bei der Patientin eine für die Encephalitis typische Schlafstörung hervortrat.

Kurve 11.

Ein zweiter Fall von Parkinsonismus zeigt insofern ähnliches Verhalten, als auch hier ein dauerndes, kurzes und unregelmäßiges Schwanken zwischen Schlaf und Wachen (beachte den Tiefstand der Kurvensenkung) vorhanden war. Von einem Niveauanstieg wie bei einer normalen Kurve ist hier nichts zu sehen. Das ganze Kurvenprofil war durch seine Unregelmäßigkeit so grotesk, daß wir zunächst an technische Fehler glaubten. Indessen zeigt der Vergleich mit dem Seismographen, daß tatsächlich die tiefen Senkungen regelmäßig mit entsprechenden, motorischen Schwankungen

des Seismographen einhergehen, während die dazwischen liegenden, hohen Gipfel einigermaßen mit den Ruhezeiten übereinstimmen. Danach dürfte auch das Bild der Alveolarkurve im wesentlichen reell zu deuten sein, d. h. es war auch in diesem Fall eine Einschlafhemmung ähnlich wie bei dem Neurastheniker vorhanden, nur daß das Bild, besonders was die Tiefpunkte angeht, noch wesentlich vergröbert erscheint. Auch hier kann man nicht von einer Dissoziation im eigentlichen Sinne sprechen, sowenig wie im vorher-



Kein Schlafmittel.

gehenden Fall. Es könnte sich jedoch um eine Schlafumkehr handeln, darin bestehend, daß am Tag der eigentliche Schlaf, bei Nacht die Schlafstörung bestand. Hirn- und Körperschlaf gehen auch hier im großen und ganzen parallel. Es wäre in solchen Fällen diagnostisch die Feststellung der alveolaren Tageskurve erforderlich.

Zusammenfassung.

1.) Die von Baß und Herr, sowie von Regelsberger aufgestellten Kriterien der Schlaftiefe: Hoher Anstieg der Alveolarkurve und größere Ruhe des Kurvenprofils werden bestätigt.

2.) In großen Zügen stimmt im Normalschlaf die Nägelesche Kurve mit der alveolaren Schlafkurve überein, d. h. wenn letztere ihren höchsten Schlafgipfel erreicht hat, findet sich auch die größte Ruhe am Seismographen. Auch der unruhige Schlaf, welcher eine geringe Gipfelhöhe und zackiges Kurvenprofil aufweist, findet sein Gegenstück in einer zunächst mäßigen, motorischen Unruhe der Nägeleschen Kurve. Jedoch werden die im Niveau der Alveolarkurve noch greifbaren Übergänge zwischen Tiefschlaf und Wachen in der Seismographenkurve nicht mehr unterschieden.

3.) Die Nägelesche Kurve ergibt in Form der dargestellten motorischen Reizerscheinungen im wesentlichen ein Abbild des Hirnschlafes, während die Alveolarkurve vor allen Dingen die zentral-vegetative Umstellung des Organismus erfaßt, insofern, als die Erregbarkeitsänderung des Atemzentrums den Ausdruck einer allgemein tieferen Reizschwelle der übrigen vegetativen Zentren abgibt. Die von Economo und Regelsberger bereits beschriebene Dissoziation der Schlafkomponenten, insbesondere von Hirn- und Körperschlaf läßt sich infolgedessen ohne weiteres an der Gegenläufigkeit beider Kurven nachweisen. Für manche Formen der Schlafstörung, bei der funktionellen Einschlafhemmung des Neurasthenikers, noch mehr bei den organischen Schlafstörungen der Encephalitis lethargica, ist daher die Doppelschreibung beider Kurven diagnostisch wertvoll.

4.) Gerade in Fällen besonders extremer Tiefe des Körperschlafes, und damit hoher Werte der Alveolarkurve, scheint eine Gegenregulation tätig zu sein, welche in Form kurzer, motorischer Reize auf die Hirnrinde schließlich das Erwachen erzwingt. Besonders auch scheint jeder Blasenreiz während der Nacht sich durch eine derartige motorische Unruhe noch innerhalb eines tiefen Körperschlafes bemerkbar zu machen. Die entsprechenden Schwankungen der Nägeleschen Kurve können in solchen Fällen nur bei gleichzeitigem Vorhandensein der Alveolarkurve richtig gedeutet werden.

5.) Motorische Reize pathologischer Art, etwa Zitterschwankungen beim Parkinsonismus, können mit einem zum mindesten relativ festen Körperschlaf einhergehen. In solchen Fällen wird die alleinige Beachtung der Nägeleschen Kurve zu einer fehlerhaften Beurteilung des Schlafzustandes führen. In solchen Fällen sind auch im Wachen — also bei Tagesniveau der Alveolarkurve — auffallend ruhige Stellen in der Nägeleschen Kurve verzeichnet. Auch dabei würden sich also bei Nichtberücksichtigung der Alveolarkurve Fehlschlüsse ergeben.

6.) Die Wirkung von Schlafmitteln äußert sich in beiden Kurven analog. Auch hier geht im normalen Schlaf der motorischen Beruhigung eine Erhöhung der Alveolarwerte einigermaßen parallel. Die von Wächter beschriebene Veränderung der natürlichen Schlafrhythmik, d. h. die Überbrückung der tiefen Senke, bzw. der Schlafverflachung nach Mitternacht, zeigt sich in beiden Kurven in der schon beschriebenen Art.

Literaturverzeichnis.

1. Kohlschütter: Messungen und Festigkeit des Schlafes, Zeitschrift für rationelle Medizin, Bd. 17, Jahrgang 1863.
   Möninghoff u. Piesbergen: Zeitschrift für Biologie, Bd. 19, S. 114.
2. Michelson: Untersuchungen über die Tiefe des Schlafes. Psychologische Arbeiten, herausgegeben von Kräpelin, Bd. 2, S. 84.
3. Nägele: S. bei Gerber.
4. Gerber: Münchener Wochenschrift, 1922/23.
5. Karger: Über den Schlaf des Kindes, 1925, Verlag von Karger, Berlin, Karlstraße 15.
6. H. Straub: Vollständiges Literaturverzeichnis, Ergebn. der inn. Med. u. Kinderheilk. 25, 1924.
7. Bass und Herr: Zeitschrift für Biologie, Bd. 75. 1922.
8. Regelsberger: Apparat zur selbsttätigen, fortlaufenden Messung der alveolaren CO_2, in der Zeitschrift f. d. ges. exper. Med. Bd. 61, Heft 5, 6. 1928.
   — — Zur Technik d. Schlaftiefenmessung, in Zeitschrift f. klin. Med. Bd. 126, Heft 4. 1934.
9. — — Untersuchungen über die Schlafkurve d. Menschen, in Zeitschrift f. klin. Med. Bd. 107, Heft 6.
10. Wächter: Arbeit noch nicht veröffentlicht.

Lebenslauf.

Am 26. Januar 1910 wurde ich, Helmut Krauße, in Rudolstadt i. Thür. als Sohn des Finanzrates Karl Krauße und seiner Frau Martha, geb. Kessel geboren. Nach Besuch einer privaten Vorschule trat ich Ostern 1919 in die Sexta des humanistischen Gymnasiums in Rudolstadt ein. Nach bestandenem Abitur zu Ostern 1928 begann ich in Tübingen das juristische Studium. Während der folgenden Semester studierte ich in Greifswald und Jena Medizin und bestand am 4. März 1931 in Jena die ärztliche Vorprüfung. Die klinischen Fächer belegte ich in München, Jena, Freiburg und Erlangen und bestand am 13. Juli 1934 die ärztliche Prüfung in Erlangen. Im praktischen Jahr arbeitete ich an der Medizinischen Universitätsklinik in Erlangen, an der Brandenburgischen Landesfrauenklinik in Berlin-Neukölln und am Knappschaftskrankenhaus Carlsfeld bei Bitterfeld. Seit Erlangung der Approbation am 10. August 1935 bin ich als Volontärarzt an der Medizinischen Klinik in Erlangen tätig.

Zum Schluß dieser Arbeit danke ich Herrn Professor Dr. Regelsberger für die freundliche Überlassung des Themas und entgegenkommende Unterstützung bei dessen Ausarbeitung.

Druck von
Walter Kolditz, Buchdruckerei
Eichfeld über Rudolstadt